

УДК 502.05

ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ ЭМИССИЙ МЕТАНА ОТ БОЛОТ НИЗИННОГО ТИПА

Шарипов Линар Рафаилович, Платунова Гузель Рашидовна
Удмуртский Государственный Университет
linar_995@mail.ru, dyukina-guzel@yandex.ru

эмиссия метана, низинное болото, Удмуртская республика

Статья посвящена изучению материала существующих исследований эмиссии метана от различных природных и антропогенных источников. Показана характеристика эмиссий метана от природных и антропогенных источников, проведены измерения концентрации метана и других примесей атмосферного воздуха на типовом участке болотного массива в Удмуртской республике.

ESTIMATION OF METHANE EMISSION FROM LOWLAND SWAPS

Linar Rafailovich Sharipov, Platunova Guzel Rashidovna
The Udmurt State University
linar_995@mail.ru, dyukina-guzel@yandex.ru

methane, emission, swamps, emission of methane

The article is devoted to the issues of methane emission from natural sources. The subject of the study is natural sources of methane emission into the atmospheric air. In this article examined the volume of methane emissions from a typical site of a lowland bog.

Метан – главный органический компонент атмосферы Земли. В силу высокой химической инертности он имеет наибольшее время жизни в сравнении с другими органическими соединениями и поэтому содержится в атмосфере в наибольших количествах. Роль метана в глобальных процессах не ограничивается его непосредственным участием в поглощении входящего инфракрасного излучения подстилающей поверхности. Содержание метана в значительной степени определяет окислительные свойства атмосферы и, тем самым, - судьбу многих других малых газовых составляющих (МГС), в том числе парниковых газов и загрязняющих компонентов. Поэтому к источникам, закономерностям пространственно-временного распределения и атмосферной химии метана проявляется пристальное внимание [4]. Целью работы данного исследования является оценка объемов эмиссии метана от болот низинного типа.

Болота - участки поверхности суши с избыточным увлажнением, покрытые влаголюбивой растительностью и характеризующиеся процессом образования торфа, слой которого имеет мощность не менее 0,3 м. В Удмуртии около 650 болот общей площадью 59 тысяч гектаров.

Среди болот преобладают низинные (эвтрофные) болота. Большинство их расположено в поймах рек, особенно там, где есть мельничные или заводские пруды. Такие болота весной в начале лета сильно обводнены, но в середине лета обсыхают и становятся проходимыми. Питаются низинные болота атмосферными осадками, а также водами поверхностного и подземного стоков, богатых минеральными веществами. Чаще всего они продолговатой формы и вытянуты соответственно направлению речной долины. По преобладающему типу растительности выделяют лесные, травяные и моховые болота.

В рамках данного исследования была проведена классификация болот Удмуртской Республики по следующим классификационным признакам: геологическое строение подстилающей поверхности; почвообразующие породы; растительность. В результате, для исследования объемов эмиссии метана было выбрано типичное, наиболее типичное для Удмуртской Республики низовое (старичное) болото, относящееся к Дулесовскому болотному массиву [2].

Исследуемый участок болотного массива находится в юго-восточной части Удмуртской республики, располагается на территории Камбарского района, приблизительно в 12 километрах к востоку от города Камбарка. Расположение исследуемого болота представлено на карте-схеме (Рис. 1).



Рис. 1. «Карта-схема расположения исследуемого болота»

Древесно-кустарниковая растительность болота разреженная и представлена ольхой серой, берёзами пушистой и повислой, ивой трехтычинковой, изредка ивами пепельной и мирзинолистной. Общее проективное покрытие травостоя приближается к 100%, средняя высота 60 см. Наибольшим обилием характеризуется осоки ложносытевидная и вздутая, камыш лесной, встречается рогоз широколистный, из злаков – двукосточник тростниковидный и вейник седеющий. По краям зарослей осок можно встретить мяту длиннолистную, череду трёхраздельную, чистец болотный, подмаренник приручейный, купальницу европейскую, паслён сладко-горький, яснотку белую, хвощ болотный.

Осенью 2016 г., весной и летом 2017 г. было проведено исследование состояния атмосферного воздуха вблизи типового участка низового болота на территории Удмуртской Республики. Исследования проводились на предмет определения концентраций по следующим веществам: оксид углерода (CO); формальдегид (НСОН); метилбензол – толуол (C_7H_8); бензол (C_6H_6); этилбензол (C_8H_{10}); метан (CH_4); ксилол ($(CH_3)_2C_6H_4$); углеводороды (C_1-C_{10}); фенол – гидроксibenзол (C_6H_5OH); сероводород (H_2S). Общее количество отборов проб воздуха по каждому компоненту из газо-воздушной камеры было осуществлено 16 раз.

Одновременно с отбором проб атмосферного воздуха, определялись метеорологические показатели (температура воздуха, относительная влажность воздуха, атмосферное давление, направление и скорость ветра. Метеорологические показатели измерялись автоматическим прибором «Метеоскоп-М». Также с помощью навигатора Garmin Oregon 600 были определены точные координаты крайних точек болотного массива и рассчитана площадь исследуемого участка болотного массива.

Для осуществления анализа атмосферного воздуха применялись инструментальные методы исследования. Измерения концентраций загрязняющих веществ в воздухе на территории вблизи исследуемого болота осуществлялись при помощи газоанализатора ГАНК-4, предназначенного для автоматического непрерывного контроля концентраций химических веществ в атмосфере. Для определения динамики концентраций в заданном объеме была изготовлена измерительная камера [3]. Измерительная камера сделана из пластикового прозрачного материала. Верхняя часть измерительной камеры покрыта светоотражающим материалом – фольгой. Нижняя часть измерительной камеры герметично соприкасалась с земной поверхностью. Размеры измерительной камеры 61×40,5×33 (длина × ширина × высота). Объем измерительной камеры составил 81,5 дм³.

Измерения, проводимые по данной методике позволяли определять концентрации химических веществ в пространстве измерительной камеры, после его изолирования от поступления химических веществ непосредственно от природного источника, за определенный момент времени. Таким образом, в измерительной камере изменялись концентрации химических веществ в течение определенного промежутка времени. Зная разницу концентраций химических веществ за определенный момент времени, путем математических расчетов получали объемы эмиссии метана.

Внутри измерительной камеры происходили естественные геохимические процессы распада и разложения (стока) метана до формальдегида.

Для исследования были выбраны точки, расположенные вблизи типового участка низового болота на территории Удмуртской Республики.

Точки для отбора проб выбирались исходя из того, какую информацию предполагалось получить (для двух случаев): 1 - концентрация примесей в конкретной точке, находящейся под

влиянием эмиссий отдельного источника (в данном случае, болота); 2 - концентрации химических веществ в воздухе, характерный для данной местности (фоновые показатели). В первом случае точка должна быть расположена на таком участке местности, который не подвергается воздействию отдельно стоящих источников эмиссий. Во втором случае точка размещается в зоне максимальных концентраций химических веществ, связанных с эмиссией рассматриваемого источника –болота.

Общая карта-схема точек отбора проб атмосферного воздуха вблизи типового участка низового болота приведена на Рис. 2.

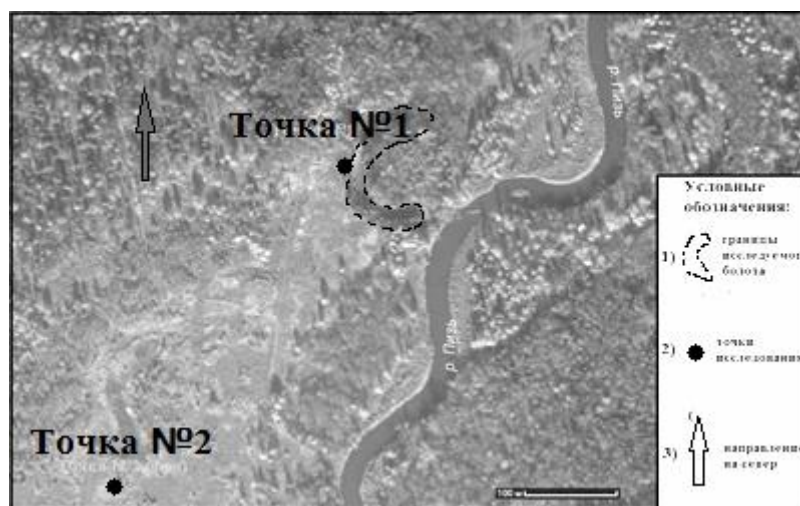


Рис. 2. «Карта-схема точек отбора проб атмосферного воздуха вблизи типового участка низового болота».

Точка №1 располагалась непосредственно на границе водного зеркала болота и берега. На этой точке проводились измерения концентраций химических веществ, поступающих непосредственно от природного источника эмиссии химических веществ – болота.

Точка №2 располагалась на расстоянии 350 метров в направлении к юго-западу от точки №1. На точке №2 проводились измерения фоновых концентраций химических веществ в данной местности. Проводить измерения фоновых концентраций на каком-либо другом расстоянии от исследуемого болота не представлялось возможным, так как при изменении расположения фоновой точки исследования (точки №2), концентрации замеряемых химических веществ не отражали бы реальной ситуации на местности, вследствие влияния эмиссий от других природных и антропогенных источников (болот, населенного пункта, дорог).

В ходе анализа изменений концентрации метана и других химических веществ в измерительной камере можно отметить, на фоне неуклонного снижения концентрации метана от 14,9-10,2 мг/м³ до 7,5-4,71 мг/м³ (~ на 48,2%), стабильный рост формальдегида с 0,002265-0,03078 мг/м³ до 0,003647-0,0445 мг/м³ (~ на 115%) сероводорода с 0,0001624-0,0006203 мг/м³ до 0,000497-0,001046 мг/м³ (~ на 295%).

При этом необходимо отметить неуклонное снижение по оксиду углерода, метилбензолу (толуолу), бензолу, этилбензолу, ксилолу предельным углеводородам C₁-C₁₂ и фенолу.

Таким образом, можно предположить, что снижение концентраций метана, (а также углерода, метилбензола – толуола, бензола, этилбензола, ксилола, предельных углеводородов C₁-C₁₂ и фенола) связано с естественными химическими процессами выведения (стока) метана и других углеводородов из окружающей среды с последующим образованием формальдегида.

Допустив предположение, что на начальный период измерений, высокая концентрация метана была связана с привносом метана с прилегающей, соседней территории (в то время как измерения концентраций химических веществ проводились на окраине болота). При установке измерительной камеры, поступление метана прекращалось и концентрации метана, в результате естественных геохимических процессов постепенно снижались до фоновых значений, когда влияние болота не наблюдается. Таким образом, разница концентраций связана с эмиссией и привносом метана от прилегающего к контрольной точке измерения болота.

В то же время, на начало измерений, концентрации метана были максимальными, и достигали 14,9-10,2 мг/м³, а при снижении концентраций до уровня 4,71 мг/м³ концентрации метана переставали снижаться. Такие же значения концентраций метана (~ 4,79 мг/м³) были получены в фоновой

контрольной точке измерений, на расстоянии 350 метров от исследуемого участка болотного массива. Анализ процентного соотношения концентраций исследуемых газов в камере показал, что основной вклад приходится на метан, предельные углеводороды, бензол и оксид углерода. В то же время, необходимо учитывать, что метан является основной примесью с достаточно высокими ПДК в мг/м³, что существенно снижает его вклад в суммарных концентрациях в долях ПДК.

Расчет объемов эмиссии метана от исследуемого участка болотного массива проводился при помощи несложных формул методом пропорций.

Полученные значения концентраций в (0-5 минут) соответствовали значениям, при которых идет влияние природного источника эмиссий (болота). Значения, полученные в измерительной камере через определенный промежуток времени (50 минут), показывают концентрации примесей в воздухе измерительной камеры после изолирования воздуха камеры от поступления примесей природного источника эмиссий (болота). Таким образом, модуль разницы концентраций описывает процессы образования и распада веществ, без участия внешних источников. Данные процессы протекают в измерительной камере с площадью основания 2471 см² или 0,2471 м². В конечном итоге, зная площадь всего исследуемого участка болотного массива, методом математических пропорций была выведена формула для расчета объема эмиссии метана от исследуемого участка болотного массива:

$$V_{\text{эм.}} = (\Delta C * V_{\text{камеры}} * S_{\text{болота}}) / (\Delta t * S_{\text{основания камеры}})$$

- $V_{\text{эм.}}$ – это объемы эмиссии метана от заданного болота, мг/с;
- ΔC – это разница концентраций между начальным и конечным измерением, мг/м³ (5,6511 мг/м³);
- $V_{\text{камеры}}$ – это объем измерительной камеры, м³ (0,0815 м³);
- $S_{\text{болота}}$ – это площадь исследуемого болотного массива, м² (6400 м²);
- Δt – это время между начальным и конечным измерением, сек (3000 сек);
- S – это площадь основания измерительной камеры, м² (0,2471 м²).

Таким образом, подставив все значения в полученную формулу, мы получили объем эмиссии метана от типового участка болота низинного типа.

Объем эмиссий на участке исследуемого болотного массива составил 3,9763 мг/с или 0,1254 т/год.

Литература

1. Бажин, Н. М. Метан в атмосфере [Текст] / Н. М. Бажин. – М.: Изд-во Химия, 2000. – 113 с.
2. Бажин, Н. М. Метан в окружающей среде [Текст] / Н. М. Бажин. – М.: Химия, 2005. – 87 с.
3. Казанцев, В. С. Эмиссия метана из болотных экосистем северной части Западной Сибири: диссертация кандидата биологических наук: 03.02.08 / Казанцев Владимир Сергеевич; [Место защиты: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова]. – Москва, 2013. – 137 с.
4. Колесниченко Е.А. Природные закономерности содержания метана в угольных пластах [Текст] / В.Б. Артемьев [и др.] – М.: Горная книга, 2011. – 325 с.

Referencis

1. Bazhin, N. M. Metan v atmosfere [Tekst] / N. M. Bazhin. – M.: Izd-vo Himiya, 2000. – 113 s.
2. Bazhin, N. M. Metan v okruzhayushchej srede [Tekst] / N. M. Bazhin. – M.: Himiya, 2005. – 87 s.
3. Kazancev, V. S. EHmissiya metana iz bolotnyh ehkosistem severnoj chasti Zapadnoj Sibiri: dissertaciya kandidata biologicheskikh nauk: 03.02.08 / Kazancev Vladimir Sergeevich; [Mesto zashchity: Mosk. gos. un-t im. M.V. Lomonosova]. – Moskva, 2013. – 137 s.
4. Kolesnichenko E.A. Prirodnye zakonomernosti soderzhaniya metana v ugol'nyh plastah [Tekst] / V.B. Artem'ev [i dr.] – M.: Gornaya kniga, 2011. – 325 s.